

**Requested document:****[JP2002168949 click here to view the pdf document](#)****DEVICE FOR STARTING MULTITARGET TRACKING**

Patent Number:

Publication date: 2002-06-14

Inventor(s): OUCHI TATSUJI

Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Requested Patent: ☐ [JP2002168949](#)

Application Number: JP20000362883 20001129

Priority Number(s): JP20000362883 20001129

IPC Classification: G01S13/66

EC Classification:

Equivalents:

---

**Abstract**

---

PROBLEM TO BE SOLVED: To limit the number of detection data coming into a software gate to shorten a time required upto tracking establishment, by limiting a size of the software gate when the software gate is set. SOLUTION: A constant software gate calculating device 30 calculates the software gate based on the maximum target speed set by a maximum target speed data table 10. A software gate comparing part 31 compares a level of the software gate calculated by a software gate calculating device 12 with that of the software gate calculated by the software gate calculating device 30, to select smaller one.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-168949

(P2002-168949A)

(43) 公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 1 S 13/66

識別記号

F I  
C 0 1 S 13/66

テーマコード(参考)  
5 J 0 7 0

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-362883(P2000-362883)

(22) 出願日 平成12年11月29日 (2000. 11. 29)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 大内 竜次

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100107439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

Fターム(参考) 5J070 AC02 AC06 AC11 AD10 AE04

AF01 AH19 AK15 AK40 BB02

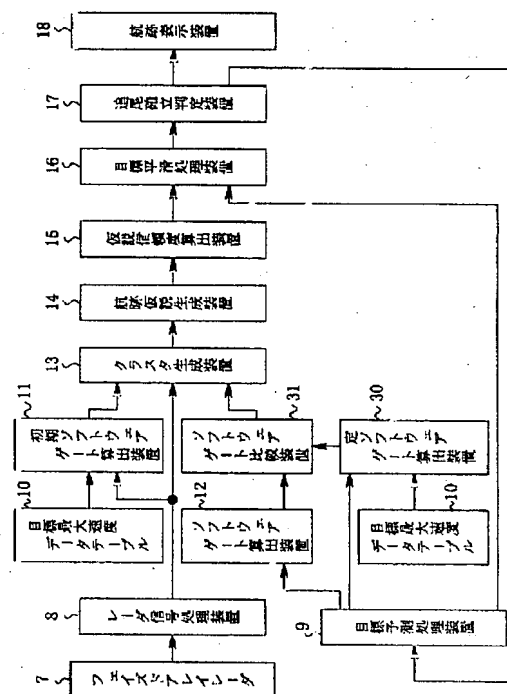
BB03 BB06

(54) 【発明の名称】 多目標追尾開始装置

(57) 【要約】

【課題】 ソフトウェアゲート設定の際に、ソフトウェアゲートの大きさを制限することによりソフトウェアゲート内に入る探知データの個数を制限し、追尾確立までの時間を短縮する多目標追尾開始装置を得る。

【解決手段】 定ソフトウェアゲート算出装置30は目標最大速度データテーブル10により設定された目標最大速度を基にソフトウェアゲートを算出する。ソフトウェアゲート比較装置31はソフトウェアゲート算出装置12、及び定ソフトウェアゲート算出装置30により算出されたソフトウェアゲートの大きさをて比較し、より小さいソフトウェアゲートを選択する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーダビデオを受信するフェイズドアレイアンテナを有するフェイズドアレイレーダと、このフェイズドアレイレーダから得られるレーダビデオをレーダ信号処理するレーダ信号処理装置と、後段の処理からフィードバックされた各目標の平滑諸元を基に各目標の予測諸元を計算する目標予測処理装置と、あらかじめ設定された目標最大速度データが格納されている目標最大速度データテーブルと、この目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記レーダ信号処理装置から算出される探知データを基に次の探知時刻での目標予測存在範囲を示す初期ソフトウェアゲートを計算する初期ソフトウェアゲート算出装置と、上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲を示す各目標のソフトウェアゲートを計算するソフトウェアゲート算出装置と、上記目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲を示す目標のソフトウェアゲートを計算する定ソフトウェアゲート算出装置と、上記ソフトウェアゲート算出装置及び上記定ソフトウェアゲート算出装置が計算したソフトウェアゲートの大きさを比較し、より小さいソフトウェアゲートを出力するソフトウェアゲート比較装置と、上記初期ソフトウェアゲート算出装置から算出される初期ソフトウェアゲートもしくは上記ソフトウェアゲート比較装置から算出されるソフトウェアゲート、及び上記レーダ信号処理装置から算出される探知データを基にクラスタを生成するクラスタ生成装置と、上記クラスタ生成装置から得られるクラスタ生成結果を基に上記レーダ信号処理装置から算出される探知データが新目標か既追尾目標かクラッタ等の不要信号かという航跡の仮説を生成する航跡仮説生成装置と、この航跡仮説生成装置から得られる仮説及び上記探知データを基に仮説の信頼度を計算する仮説信頼度算出装置と、この仮説信頼度算出装置から算出されるクラッタ等の不要信号を除去した後の仮説信頼度、上記探知データ及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標の平滑諸元を計算する目標平滑処理装置と、上記仮説信頼度により追尾が確立したかを判断する追尾確立判定装置とを具備したことを特徴とする多目標追尾開始装置。

【請求項2】 レーダビデオを受信するフェイズドアレイアンテナを有するフェイズドアレイレーダと、このフェイズドアレイレーダから得られるレーダビデオをレーダ信号処理するレーダ信号処理装置と、後段の処理からフィードバックされた各目標の平滑諸元を基に各目標の予測諸元を計算する目標予測処理装置と、あらかじめ設定された目標最大速度データが格納されている目標最大速度データテーブルと、この目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記レーダ信号処

理装置から算出される探知データを基に次の探知時刻での目標予測存在範囲を示す初期ソフトウェアゲートを計算する初期ソフトウェアゲート算出装置と、上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲を示す各目標のソフトウェアゲートを計算するソフトウェアゲート算出装置と、目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標のソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)を計算する定ソフトウェアゲート算出装置と、上記ソフトウェアゲート算出装置及び上記定ソフトウェアゲート算出装置が計算したソフトウェアゲートの大きさを比較し、より小さいソフトウェアゲートを出力するソフトウェアゲート比較装置と、上記目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に次時刻のサンプリングタイムを算出し、フェイズドアレイレーダ、目標予測処理装置、ソフトウェアゲート算出装置、及び定ソフトウェアゲート算出装置にサンプリングタイムを出力するサンプリングタイム算出装置と、上記初期ソフトウェアゲート算出装置から算出される初期ソフトウェアゲートもしくは上記ソフトウェアゲート比較装置から算出されるソフトウェアゲート、及び上記レーダ信号処理装置から算出される探知データを基にクラスタを生成するクラスタ生成装置と、上記クラスタ生成装置から得られるクラスタ生成結果を基に上記レーダ信号処理装置から算出される探知データが新目標か既追尾目標かクラッタ等の不要信号かという航跡の仮説を生成する航跡仮説生成装置と、この航跡仮説生成装置から得られる仮説及び上記探知データを基に仮説の信頼度を計算する仮説信頼度算出装置と、この仮説信頼度算出装置から算出されるクラッタ等の不要信号を除去した後の仮説信頼度、上記探知データ及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標の平滑諸元を計算する目標平滑処理装置と、上記仮説信頼度により追尾が確立したかを判断する追尾確立判定装置とを具備したことを特徴とする多目標追尾開始装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はフェイズドアレイレーダの探知データが新目標か既追尾目標かクラッタ等の不要信号かという航跡の仮説を生成し、その仮説の信頼度を基にクラッタ等の不要信号を除去しながら多目標を追尾する多目標追尾開始装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図6は一般的な従来の多目標追尾開始装置の運用状態を示す図で、1はフェイズドアレイアンテナ、2はフェイズドアレイアンテナ1より照射されるビーム、3は追尾目標、3aは次の時刻の追尾目標予測位置、4はクラッタとなる目標、5は初期ソフトウェアゲ

ート、6はソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)である。

【0003】多目標追尾開始装置では追尾目標が初めて探知された時点ではその探知位置の周りに初期ソフトウェアゲートを、次以降の探知時刻では予測位置の周りにソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)を設ける。次以降の探知時刻においてソフトウェアゲート間の領域の重なりをもとにクラスタを生成し、同一のソフトウェアゲート内で探知された複数の探知データに対して複数の航跡を作成し、その航跡を基に仮説を生成し、その仮説の信頼度を算出し、目標の平滑諸元を算出し、追尾確立判定を行う。追尾が確立するまでこの処理を繰り返す。

【0004】図7は従来の一般的な多目標追尾開始装置の構成を示す図で、7はレーダビデオを受信するフェイズドアレイアンテナを有し、ビームスケジューリングを行うフェイズドアレイレーダ、8はレーダビデオを信号処理するレーダ信号処理装置、9は後段の処理からフィードバックされた各目標の平滑諸元を基に各目標の予測諸元を計算する目標予測処理装置、10は目標の最大速度が格納されている目標最大速度データテーブル、11は上記レーダ信号処理装置8からの出力(目標の探知位置及び探知時刻などの探知データ)と上記目標最大速度データテーブル10からの目標最大速度データを用いて初期ソフトウェアゲートを計算する初期ソフトウェアゲート算出装置、12は目標予測処理装置9から算出される予測諸元を基に各目標のソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)を計算するソフトウェアゲート算出装置、13は上記初期ソフトウェアゲ

ート算出装置から算出される初期ソフトウェアゲートもしくは上記ソフトウェアゲート算出装置から算出されるソフトウェアゲート及び上記レーダ信号処理装置から算出される探知データを基にクラスタを生成するクラスタ生成装置、14は上記クラスタ生成装置から得られるクラスタ生成結果を基に上記レーダ信号処理装置から算出される探知データが新目標か既追尾目標かクラッタ等の不要信号かという航跡の仮説を生成する航跡仮説生成装置、15は上記航跡仮説生成装置14から得られる仮説及び上記探知データを基にその信頼度を計算すると共にクラッタ等の不要信号を除去する仮説信頼度算出装置、16は上記仮説信頼度算出装置から算出されるクラッタ等の不要信号を除去した後の仮説信頼度、上記探知データ及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標の平滑諸元を計算する目標平滑処理装置、17は上記仮説信頼度により追尾が確立したかを判断する追尾確立判定装置、18は上記追尾確立判定装置に繋がる航跡を表示する航跡表示装置である。

【0005】以下に図7の動作を具体的に説明する。フェイズドアレイレーダ7はレーダビデオを受信し、ビームスケジューリングを行う。レーダ信号処理装置8はレーダビデオを信号処理し、目標の測距、測角を行い、その結果を出力する。目標予測処理装置9は数1より次のサンプリング時刻での追尾目標の予測位置と予測速度を表す予測諸元ベクトルを、数2により各目標の予測誤差共分散行列を表す予測諸元を出力する。

【0006】

【数1】

$$X_k^m(-) = \Phi_{k-1} X_{k-1}^m(+)$$

但し、

$X_k^m(-)$ は予測諸元ベクトル、 $\Phi_{k-1}$ は目標がある運動モデル

(等速直線運動、等加速度直線運動等)平滑諸元ベクトル

から次のサンプリング時刻の予測位置を算出する推移行列、

$X_k^m(+)$ は探知データと予測諸元ベクトルの間で平滑を行った

平滑諸元ベクトルである。

【0007】

【数2】

$$P_k^m(-) = \Phi_{k-1} P_{k-1}^m(+) \Phi_{k-1}^T + \Gamma_1(k-1) Q_{k-1} \Gamma_{k-1}^T(k-1)$$

但し、

$k$ は時刻  $t_k$ 、 $m$ は既追尾目標番号、 $P_k^m(-)$ は目標の位置の真値に対する予測諸元ベクトルの誤差を表す予測諸元（誤差共分散行列）、 $P_{k-1}^m(+)$ は目標の位置の真値に対する平滑諸元ベクトルの誤差を表す平滑諸元（誤差共分散行列）、 $\Gamma_1(k-1)$ は運動モデルの座標系から観測モデルの座標系への変換を行うプロセス雑音変換行列、 $Q_{k-1}$ は目標が運動モデルに従わない度合いを表すカルマンフィルタにおけるプロセス雑音（目標運動のゆらぎの成分）、 $T$ は転置行列を示す。

【0008】図8は目標最大速度データテーブル10の格納データの一例を示した図であり、目標最大速度データテーブル10ではこの図に示すように、目標最大速度に対応して処理番号が定められており、その処理番号を前もってどれか一つを選択して目標最大速度を選択する。初期ソフトウェアゲート算出装置1.1では目標最大

速度データテーブルで設定された目標最大速度をもとに数3から初期ソフトウェアゲートの中心を、数4により初期ソフトウェアゲート生成の範囲を出力する。

【0009】

【数3】

$$Z^k(i) = \{ Ro^k i + \Delta t V \max, Eo^k i, Byo^k i \}$$

但し、

$Z^k(i)$ は時刻  $t_k$ での  $i$ 番目の初期ソフトウェアゲートの中心、 $Ro^k i$ は時刻  $t_k$ での  $i$ 番目の探知距離、 $Eo^k i$ は時刻  $t_k$ での  $i$ 番目の探知俯仰角、 $Byo^k i$ は時刻  $t_k$ での  $i$ 番目の探知方位角、

$V \max$ は目標最大速度を示す。

【0010】

【数4】

$$S^k(i) = \begin{pmatrix} \Delta t^2 (V \max)^2 / (Ro^k i)^2 & 0 & 0 \\ 0 & \Delta t^2 (V \max)^2 / (Ro^k i)^2 & 0 \\ 0 & 0 & \Delta t^2 (V \max)^2 / (Ro^k i)^2 \end{pmatrix}$$

但し、

$S^k(i)$ は時刻  $t_k$ での  $i$ 番目の初期ソフトウェアゲートの広がりを示す行列である。

【0011】 $\Delta t$ は数5により定義される。

【0012】

【数5】

$$\Delta t = t_k - t_{k-1}$$

$$Z_k(-)^m = H_k X_k(-)^m$$

但し、

$Z_k(-)^m$ はソフトウェアゲートの中心位置ベクトル、 $H_k$ は予測諸元ベクトルからソフトウェアゲートの中心位置ベクトルを抽出する観測変換行列である。

【0015】

【数7】

$$S_{k,m} = H_k P_k(-)^m H_k^T + \Gamma_2(k) R_k \Gamma_2(k)^T$$

但し、

$S_{k,m}$ はソフトウェアゲートの広がりを示す行列、 $\Gamma_2(k)$ は観測モデルの座標系から運動モデルの座標系へ観測雑音の領域を変換する観測雑音変換行列、 $R_k$ は観測雑音共分散行列である。

【0016】クラスタ生成装置13は数8及び数9によりクラスタ生成の条件判定を行う。

【0017】

【数8】

$$(Z_k - Z_k(-)^m)^T S_{k,m}^{-1} (Z_k - Z_k(-)^m) \leq d$$

但し、

$Z_k$ は探知位置ベクトル、 $Z_k(-)^m$ は既追尾目標  $m$  の予測位置ベクトル、 $d$ は判定しきい値である。

【0018】

【数9】

$$(Z_k - Z_k(-)^l)^T S_{k,l}^{-1} (Z_k - Z_k(-)^l) \leq d$$

但し、

$Z_k(-)^l$ は既追尾目標  $l$  の予測位置ベクトルである。

【0019】探知データ  $Z_k$  が既追尾目標  $l$  および  $m$  のソフトウェアゲートのどちらかにもあてはまる場合には  $S_{k,m}$  と  $S_{k,l}$  を統合し、数10によりクラスタを生成す

る。

【0020】

【数10】

$$S_k = S_{k,m} + S_{k,l}$$

但し、

$S_k$  はクラスタの広がりを示す行列である。

【0021】次に航跡仮説生成装置14における仮説生成方法を以下に示す。クラスタ生成装置で生成された同一クラスタ内の探知データ $Z_{k,n}$ クラッタ $F$ 、もしくは既追尾目標 $T_g$ 、もしくは新目標 $N_k$ のいずれかに識別される。この識別結果を仮説 $X_k$ とする。ここで $n$ は探知データ数、 $g$ は既追尾目標数、 $h$ は新目標数である。

【0022】次に1サンプリング前の仮説 $X_{k-1}$ に最新の探知データの識別結果を組み合わせて数11より、仮説を生成する。仮説は探知データの組み合わせにより複数生成される。

【0023】

【数11】

$$P^k(i, j)X^k = N(Rp^ki - Ro^kj, BR^ki) \geq K_0$$

但し、

$P^k(i, j)X^k$  は時刻  $t_{k-1}$  における  $i$  番目の予測位置データと時刻  $t_k$  での  $j$  番目の探知データによる仮説  $X^k$  の信頼度(確率)、 $N(Rp^ki - Ro^kj, BR^ki)$  は時刻  $t_{k-1}$  での  $i$  番目の予測位置データと時刻  $t_k$  での  $j$  番目の探知位置データとの位置分布、 $Rp^ki$  は時刻  $t_{k-1}$  での  $i$  番目の目標予測位置ベクトル、 $Ro^kj$  は時刻  $t_k$  での  $j$  番目の目標探知位置データベクトル、 $BR^ki$  は時刻  $t_{k-1}$  の  $i$  番目のソフトウェアゲートの広がり示す行列、 $N$  は正規分布確率密度関数、 $K_0$  は定数である。

【0026】数12が成り立つ時、追尾開始のための探知データの組み合わせである仮説を候補として考慮し、時刻  $t_{k-1}$  での  $i$  番目の予測目標と時刻  $t_k$  での  $j$  番目の探知データとは相関があり、「航跡」と見なす。

【0027】目標平滑処理装置16には探知データと予測諸元及び予測諸元ベクトルが入力され、以下に示され

$$X^k = \{X_{k-1}\} \{X_k\} = \{X_{k-1}\} \{F, T_g, N_h\}$$

但し、

$X^k$  は仮説である。

【0024】航跡仮説生成装置14で算出された仮説に対して仮説信頼度算出装置15は数12により仮説信頼度を出力する。

【0025】

【数12】

る平滑値算出方法により平滑諸元及び平滑ベクトルを出力する。平滑のために予測諸元ベクトルと探知データの間に平滑値算出のため必要なカルマンゲインは数13により算出する。

【0028】

【数13】

$$K_{k,m} = P_k(-)^m H_k S_{k,m}^{-1}$$

ここで

$X_k^m(+)$ は平滑諸元ベクトル、 $P_k^m(+)$ は平滑諸元である。

【0029】ここでは $K_{k,m}$ カルマンゲインである。平滑値算出は数14及び数15により行う。

$$X_k^m(+)=X_k^m(-)+K_{k,m}(Z_{k,m}-H_k X_k(-))$$

【0031】

$$P_k^m(+)=P_k^m(-)+K_{k,m}H_kP_k(-)$$

【0032】次に追尾確立判定装置11における追尾確立判定方法について示す。まず全ての仮説の中に、同一の航跡が存在するか調べる。次にその航跡が存在する場合、追尾確立とする。次にその航跡が存在しない場合、初めからの処理へ戻る。また、「追尾が確立した。」とした場合、目標平滑処理装置16から算出される目標平滑諸元を18の航跡表示装置へ出力する。

【0033】

【発明が解決しようとする課題】図9はこの発明が解決しようとする課題を説明する図であり、初探知時刻から次の時刻及びその次の時刻でのソフトウェアゲートと探知データの一例を示したものである。図において19は時刻 $t_k$ での初探知データ、20は時刻 $t_{k+1}$ での探知データ1、21は時刻 $t_{k+1}$ での探知データ2、22は時刻 $t_{k+2}$ での探知データ1、23は時刻 $t_{k+2}$ での探知データ2、24は時刻 $t_{k+2}$ での探知データ3、25は21を基にした時刻 $t_{k+2}$ での予測位置、26は20を基にした時刻 $t_{k+2}$ での予測位置である。27は初期ソフトウェアゲートで、あらかじめ設定した目標最大速度でサンプリング時間に目標が移動する距離を基にその大きさを計算している。

【0034】28、29はソフトウェアゲートでそれぞれ予測位置25、26の予測諸元を用いてその大きさを計算している。従来の技術では初期ソフトウェアゲートを設定した後は目標の予測諸元より算出したソフトウェアゲートを用いている。しかしながら予測諸元には誤差が含まれるため、その誤差が収束するまでの間はソフトウェアゲートの大きさは目標の最大速度と比較しても非常に大きなものとなる。

【0035】そのため次以降の探知時刻でのソフトウェアゲート内に多数の探知データが入る可能性が高い。図はソフトウェアゲート29内に23、24の二つの探知データが入っている様子を示している。一つのソフトウェアゲート内に多数の探知データが入った場合、航跡が多数発生し、その航跡により多数の仮説が発生するため、航跡が絞りにくく、追尾開始の精度が悪くなり、また追尾開始までに多くの時間を要していた。

【0030】

【数14】

【数15】

【0036】この発明による多目標追尾開始装置は、初探知時刻以降もソフトウェアゲートの大きさを制限して航跡の数を絞り込むことにより、追尾を確立するのに要する時間を短縮して多目標追尾能力を向上させる事を目的とする。

【0037】

【課題を解決するための手段】第1の発明の多目標追尾開始装置は、レーダビデオを受信するフェイズドアレイアンテナを有し、ビームスケジューリングを行うフェイズドアレイレーダと、このフェイズドアレイレーダから得られるレーダビデオをレーダ信号処理するレーダ信号処理装置と、後段の処理からフィードバックされた各目標の平滑諸元を基に各目標の予測諸元を計算する目標予測処理装置と、あらかじめ設定された目標最大速度データが格納されている目標最大速度データテーブルと、この目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記レーダ信号処理装置から算出される探知データを基に初期ソフトウェアゲート(次の探知時刻での目標予測存在範囲)を計算する初期ソフトウェアゲート算出装置と、上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標のソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)を計算するソフトウェアゲート算出装置と、目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標のソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)を計算する定ソフトウェアゲート算出装置と、上記ソフトウェアゲート算出装置及び上記定ソフトウェアゲート算出装置が計算したソフトウェアゲートの大きさを比較し、より小さいソフトウェアゲートを出力するソフトウェアゲート比較装置と、上記初期ソフトウェアゲート算出装置から算出される初期ソフトウェアゲートもしくは上記ソフトウェアゲート比較装置から算出されるソフトウェアゲート、及び上記レーダ信号処理装置から算出される探知データを基にクラスタ(目標、予測存在範囲の集合体)を生成するクラスタ生成装置と、上記クラスタ生成装置が



ら得られるクラスタ生成結果を基に上記レーダ信号処理装置から算出される探知データが新目標か既追尾目標かクラッタ等の不要信号かという航跡の仮説を生成する航跡仮説生成装置と、この航跡仮説生成装置から得られる仮説及び上記探知データを基に仮説の信頼度を計算する仮説信頼度算出装置と、この仮説信頼度算出装置から算出されるクラッタ等の不要信号を除去した後の仮説信頼度、上記探知データ及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標の平滑諸元を計算する目標平滑処理装置と、上記仮説信頼度により追尾が確立したかを判断する追尾確立判定装置と、この追尾確立判定装置に繋がる航跡を表示する航跡表示装置とを備えるようにしたものである。

【0038】また、第2の発明の多目標追尾開始装置は、レーダビデオを受信するフェイズドアレイアンテナを持ち、ビームスケジューリングを行うフェイズドアレイレーダと、このフェイズドアレイレーダから得られるレーダビデオをレーダ信号処理するレーダ信号処理装置と、後段の処理からフィードバックされた各目標の平滑諸元を基に各目標の予測諸元を計算する目標予測処理装置と、あらかじめ設定された目標最大速度データが格納されている目標最大速度データテーブルと、この目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記レーダ信号処理装置から算出される探知データを基に初期ソフトウェアゲート(次の探知時刻での目標予測存在範囲)を計算する初期ソフトウェアゲート算出装置と、上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標のソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)を計算するソフトウェアゲート算出装置と、目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標のソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)を計算する定ソフトウェアゲート算出装置と、上記ソフトウェアゲート算出装置及び上記定ソフトウェアゲート算出装置が計算したソフトウェアゲートの大きさを比較し、より小さいソフトウェアゲートを出力するソフトウェアゲート比較装置と、上記目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に次時刻のサンプリングタイムを算出し、フェイズドアレイレーダ、目標予測処理装置、ソフトウェアゲート算出装置、及び定ソフトウェアゲート算出装置にサンプリングタイムを出力するサンプリングタイム算出装置と、上記初期ソフトウェアゲート算出装置から算出される初期ソフトウェアゲートもしくは上記ソフトウェアゲート比較装置から算出されるソフトウェアゲート、及び上記レーダ信号処理装置から算出される探

知データを基にクラスタ(目標、予測存在範囲の集合体)を生成するクラスタ生成装置と、上記クラスタ生成装置から得られるクラスタ生成結果を基に上記レーダ信号処理装置から算出される探知データが新目標か既追尾目標かクラッタ等の不要信号かという航跡の仮説を生成する航跡仮説生成装置と、この航跡仮説生成装置から得られる仮説及び上記探知データを基に仮説の信頼度を計算する仮説信頼度算出装置と、この仮説信頼度算出装置から算出されるクラッタ等の不要信号を除去した後の仮説信頼度、上記探知データ及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標の平滑諸元を計算する目標平滑処理装置と、上記仮説信頼度により追尾が確立したかを判断する追尾確立判定装置と、この追尾確立判定装置に繋がる航跡を表示する航跡表示装置とを備えるようにしたものである。

【0039】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1を示す多目標追尾開始装置のブロック図である。図1において、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18は図7に示したものと同一、30は目標最大速度データテーブル10に格納されている目標最大速度及び上記目標予測処理装置から算出される予測諸元を基に各目標のソフトウェアゲート(次以降の探知時刻での目標の予測存在範囲)を出力する定ソフトウェアゲート算出装置、31はソフトウェアゲート算出装置12及び上記定ソフトウェアゲート算出装置30が計算したソフトウェアゲートの大きさを比較し、小さい方のソフトウェアゲートを選択し、出力するソフトウェアゲート比較装置である。

【0040】次に以上のように構成された実施の形態1の動作について説明する。7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18の各動作は図7に示される従来の技術と同様である。定ソフトウェアゲート算出装置30は目標最大速度データテーブル10により設定された目標最大速度を基に数4によりソフトウェアゲートを算出する。ソフトウェアゲート比較装置31はソフトウェアゲート算出装置12、及び定ソフトウェアゲート算出装置30により算出されたソフトウェアゲートの大きさを数16及び数17を用いて比較し、より小さいソフトウェアゲートを選択し、クラスタ生成装置13に入力する。

【0041】

【数16】

$$d \cdot S_{k,m} \leq S^k(i)$$

【0042】

【数17】

$$d \cdot S_{k,m} \geq S^*(i)$$

ただし、

$S^*(i)$ は定ソフトウェアゲートの広がりを示す行列である。

【0043】もし、定ソフトウェアゲートの広がりを示す行列とソフトウェアゲートの広がりを示す行列が数16を満たしているならばソフトウェアゲート比較装置31のソフトウェアゲート算出装置で算出されたソフトウェアゲートを選択し、数17を満たしているならばソフトウェアゲート比較装置31は30の定ソフトウェアゲート算出装置で算出されたソフトウェアゲートを選択する。

【0044】図2は実施の形態1の動作によってソフトウェアゲート内に探知されるデータ数が削減される様子を示す図である。19、20、21、22、23、24、25、26、27、28、29は図9に同じ、32は予測位置25の定ソフトウェアゲート、33は予測位置26の定ソフトウェアゲートである。一般に予測誤差の収束までは定ソフトウェアゲートの方がソフトウェアゲートよりも小さい。そのため、予測誤差が収束するまでは定ソフトウェアゲート算出装置30及びソフトウェアゲート比較装置31によってより小さな定ソフトウェアゲートが選択され、定ソフトウェアゲートから探知データ24を除外できる。

【0045】実施の形態2. 図3はこの発明の実施の形態2を示す多目標追尾開始装置のブロック図である。図2において、7、8、9、10、11、12、13、1

4、15、16、17、18、30、31は図1に示したものと同一、34は上記目標最大速度データテーブルに格納されている目標最大速度及び上記目標予測処理装置9を入力される予測諸元を基に次時刻のサンプリングタイムを算出するサンプリングタイム算出装置である。

【0046】実施の形態2は以上のように構成され、サンプリングタイムがサンプリングタイム算出装置からフェイズドアレイレーダ7、目標予測処理装置9、ソフトウェアゲート算出装置12、定ソフトウェアゲート算出装置30へ送出される事を除いては実施の形態1と同様に動作する。7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、30、31の各動作は図1に示される実施の形態1と同様で、実施の形態1と同様の効果を持つ。

【0047】次に実施の形態2に付加されたサンプリングタイム算出装置34の動作について説明する。サンプリングタイム算出装置34は目標最大速度データテーブル10により設定された目標最大速度と、目標予測処理装置9より算出される目標予測諸元を基に数18により次時刻のサンプリングタイムを算出する。

【0048】

【数18】

$$\Delta t = \frac{Rp^*i \cdot \theta}{2V_{\max}}$$

ただし、

$\Delta t$ はサンプリングタイム、 $Rp^*i$ は目標予測処理装置により

算出された予測距離、 $\theta$ はビーム幅、 $V_{\max}$ は目標最大速度

データテーブルにより設定された最大速度である。

【0049】ここで算出されたサンプリングタイムはフェイズドアレイレーダ7、目標予測処理装置9、ソフトウェアゲート算出装置12、定ソフトウェアゲート算出装置30に入力される。フェイズドアレイレーダはこのサンプリングタイムによりビーム配分を行い、目標予測処理装置、ソフトウェアゲート算出装置、定ソフトウェアゲート算出装置はこのサンプリングタイムにより目標予測処理、ソフトウェアゲート算出処理、定ソフトウェアゲート算出処理を行う。

【0050】図4はサンプリングタイムを一定とした際

のある時刻と次の時刻でのビーム、目標、及びソフトウェアゲートの関係を示した図であり、また図5はサンプリングタイム算出装置34を備えた実施の形態2におけるある時刻と次の時刻でのビーム、目標、及びソフトウェアゲートの関係を示した図である。図4において、1は図6に同じ、35はある時刻でのビーム、36はその次の時刻でのビーム、37はある時刻での目標、37aはその次の時刻での目標、38はある時刻でのソフトウェアゲート、39はその次の時刻でのソフトウェアゲートである。

【0051】また、図5において、1、35、37、3

8は図4に同じであり、37bはサンプリング時間後の追尾目標の予測位置、40は追尾目標の予測位置に対するビーム、41は追尾目標の予測位置のソフトウェアゲートである。サンプリングタイムが一定の場合は、図4のように追尾目標が比較的遠方にあり、その運動が低速である場合、目標に照射するビームが重なり、二本のビームで同じ領域を探索しビーム運用効率が低下する場合がある。一方、サンプリングタイム算出装置34を備える実施の形態2では目標諸元を基にサンプリングタイムが算出されるため、図5のように目標への照射ビームが重ならずビーム運用効率の低下は生じない。

【0052】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、以下のような効果を奏する。

【0053】第1の発明によれば初期ソフトウェアゲートのみならず、目標最大速度を考慮したソフトウェアゲートと予測諸元を用いたソフトウェアゲートの2種類を算出し、その内の常に小さいゲートを毎サンプリング時刻に用いる事により航跡の数を常に絞りこむことができ、その結果として追尾を確立するのに要する時間を短縮し、多目標追尾能力を向上させる効果がある。

【0054】第2の発明によれば第一の発明にサンプリングタイム算出装置を付加する事により、第1の発明の効果に加えて、ビームの効率的な運用を可能にする効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示す多目標追尾開始装置のブロック図である。

【図2】 この発明による実施の形態1の動作によって

ソフトウェアゲート内に探知されるデータ数が削減される様子を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態1を示す多目標追尾開始装置のブロック図である。

【図4】 この発明の実施の形態2のある時刻及び次の時刻でのビームと目標及びソフトウェアゲートの関係を示した図である。

【図5】 この発明の実施の形態2の動作によってビームの運用効率が向上する様子を示す図である。

【図6】 従来の一般的な多目標追尾開始装置の運用状態を示す図である。

【図7】 従来の一般的な多目標追尾開始装置の構成を示す図である。

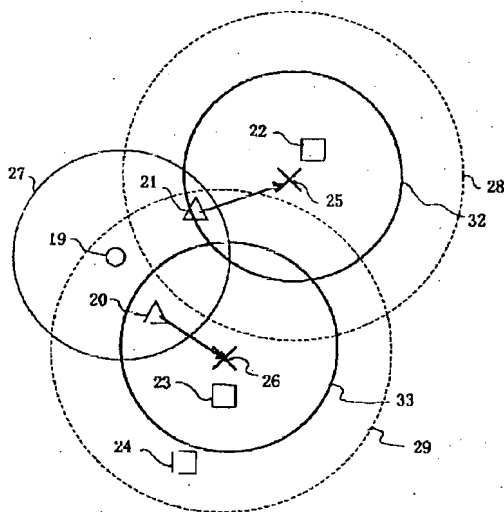
【図8】 目標最大速度データテーブルの格納データ例を示す図である。

【図9】 この発明が解決しようとする課題を説明する図である。

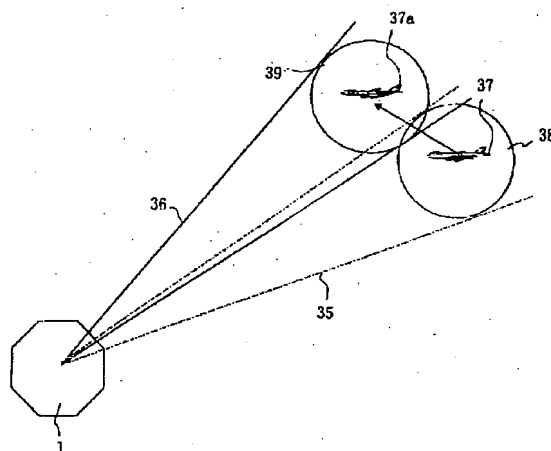
【符号の説明】

1 フェイズドアレイアンテナ、5 初期ソフトウェアゲート、6 ソフトウェアゲート、7 フェイズドアレイレーダ、8 レーダ信号処理装置、9 目標予測処理装置、10 目標最大速度データテーブル、11 初期ソフトウェアゲート算出装置、12 ソフトウェアゲート算出装置、13 クラスタ生成装置、14 航跡仮説生成装置、15 仮説信頼度算出装置、16 目標平滑処理装置、17 追尾確立判定装置、18 航跡表示装置、30 定ソフトウェアゲート算出装置、31 ソフトウェアゲート比較装置、34 サンプリングタイム算出装置。

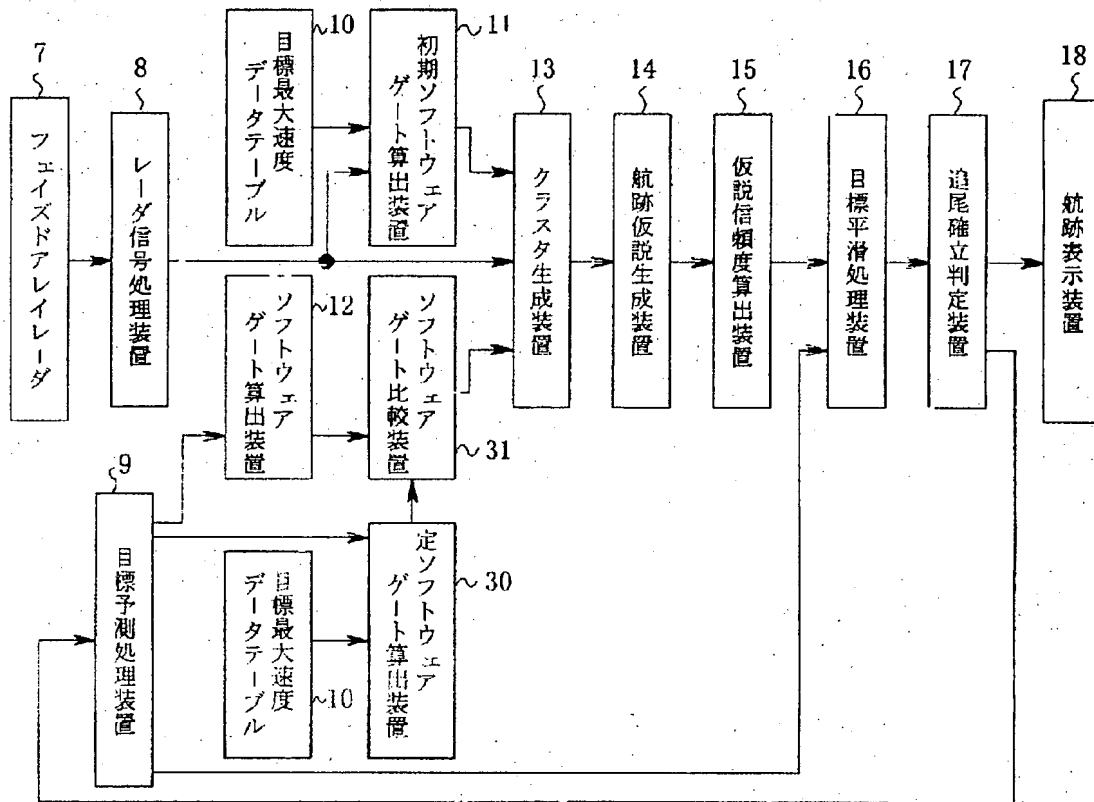
【図2】



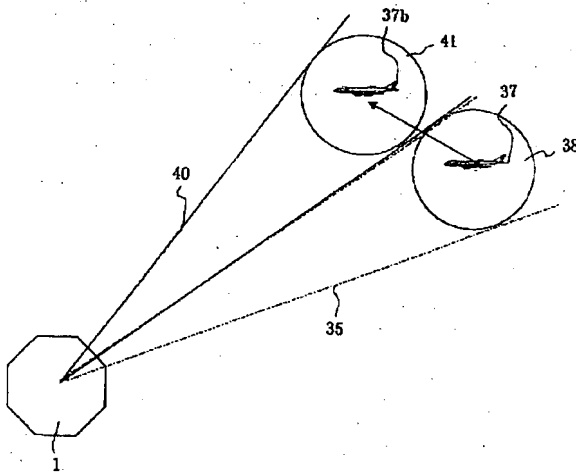
【図4】



【図1】



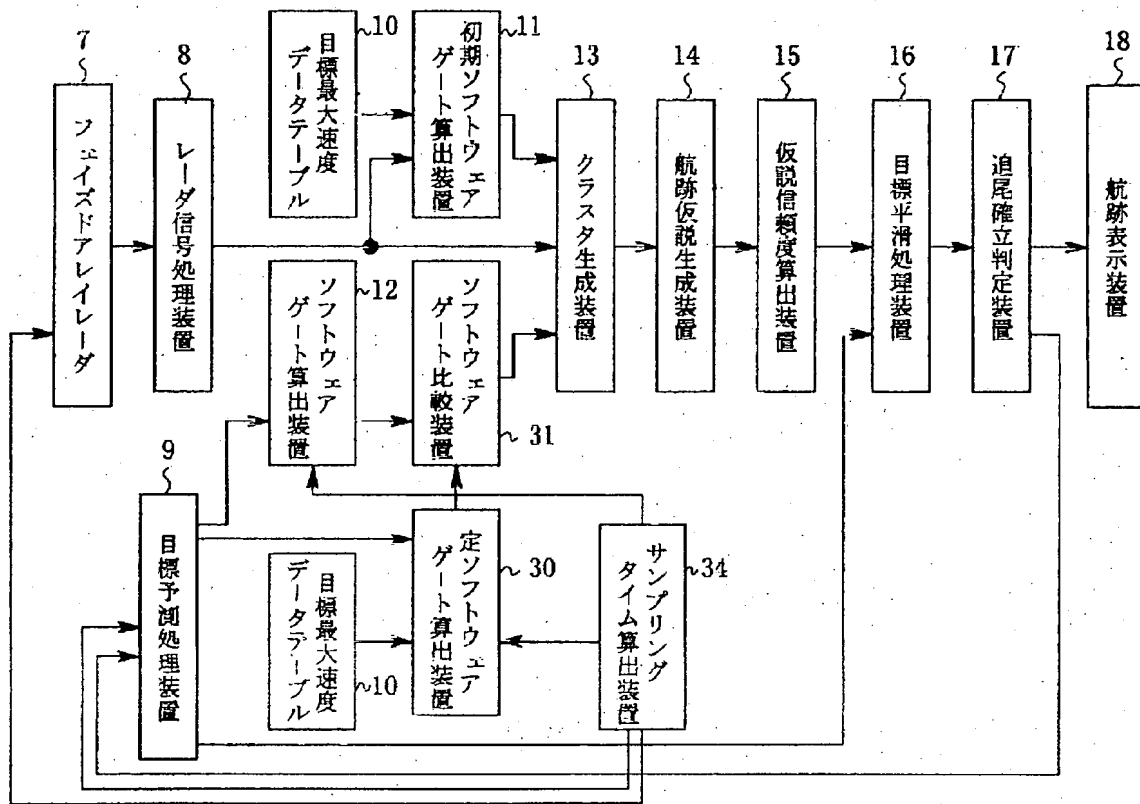
【図5】



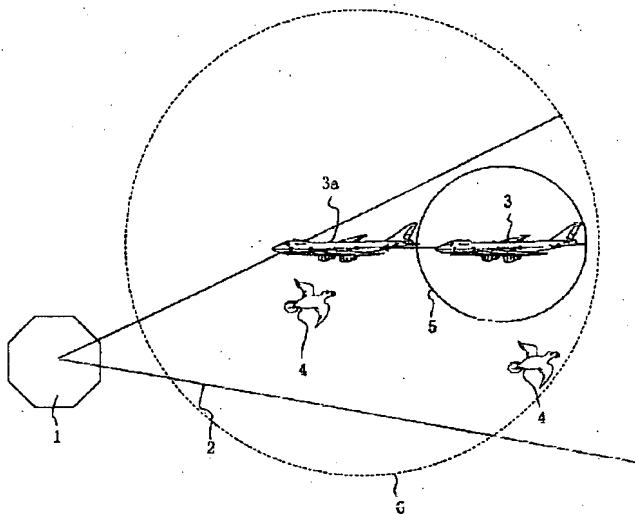
【図8】

処理番号	目標最大速度
1	0.1マッハ
2	0.5マッハ
3	1.0マッハ

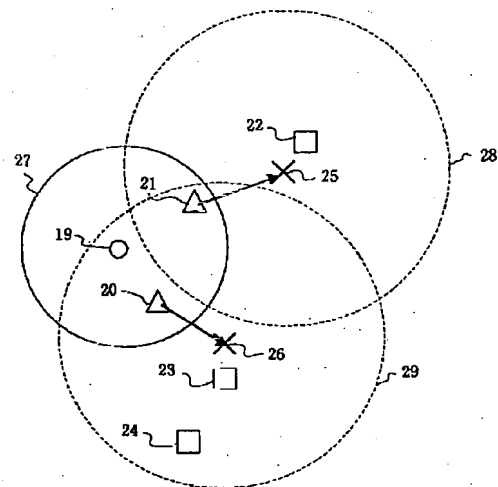
【図3】



【図6】



【図9】



【図7】

